

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 37 04 547 A 1**

⑦1 Aktenzeichen: P 37 04 547.4
⑦2 Anmeldetag: 13. 2. 87
⑦3 Offenlegungstag: 25. 8. 88

⑤1 Int. Cl. 4:
H 05 K 3/18
H 05 K 3/24
H 01 L 21/60
// C23C 14/34

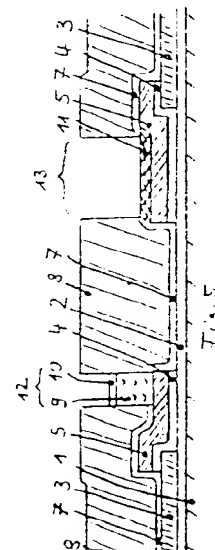
DE 37 04 547 A 1

⑦1 Anmelder:
BBC Brown Boveri AG, 6800 Mannheim, DE

⑦2 Erfinder:
Krokoszinski, Hans-Joachim, Dipl.-Phys. Dr., 6907
Nußloch, DE; Oetzmann, Henning, Dipl.-Phys. Dr.,
6901 Mauer, DE; Gilbers, Dieter, Dipl.-Ing., 6840
Lampertheim, DE

⑤4 Verfahren zur Herstellung von Löt pads und Bond pads auf Dünnschichthybridschaltungen

Bei diesem Verfahren werden in einem Herstellungsprozeß simultan sowohl die für die Lötung von oberflächenmontierten Bauteilen optimalen Cu/Sn-Löt pads als auch die für Al-Drahtbonden optimalen Ni/Au-Bond pads produziert. Hierzu werden die zum Löten vorgesehenen Kupferschichten (5) zusätzlich mit einer auf SiO_2 basierenden Glasschicht (6) bedampft. Anschließend wird die gesamte Schaltung mit einer Al_2O_3 -Schicht (7) bedampft, mit einem fotosensitiven Polyimidlack oder einem Photolack (8) beschichtet, über den Löt pads (13) und den Bond pads (12) belichtet und entwickelt. Nach Ätzung der Al_2O_3 -Schicht (7) in den Padfenstern kann die freigelegte Kupferschicht (5) der Bond pads (12) nach einer Aktivierung durch eine Pd-Aktivatorlösung chemisch vernickelt und vergoldet werden. Nach Ätzung der Glasschicht (6) von den Löt pads (13) wird die freigelegte Kupferschicht (5) der Löt pads (13) chemisch vernickelt.



DE 37 04 547 A 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Löt pads und Bond pads auf Dünnschicht hybrid schaltungen mit folgenden Merkmalen:

- a) auf ein mit einem Grundoxid (2) beschichtetes Substrat (1) werden eine Haftschrift (4) und eine Kupferschrift (5) durch Masken auf die zum Löt en und Bond en vorgesehenen Flächen aufgedampft,
- b) die zum Löt en vorgesehenen Flächen werden zusätzlich mit einer auf SiO_2 basierenden Glasschrift (6) bedampft,
- c) die gesamte Schaltung wird auf einer Al_2O_3 -Schicht (7) bedampft,
- d) die Schaltung wird mit einem photosensitiven Polyimidlack (8) beschichtet, über den Löt pads (13) und Bond pads (12) belichtet und entwickelt,
- e) die Schaltung wird an Luft getempert,
- f) die Al_2O_3 -Schicht (7) wird in den Padfenstern des Photolacks (8) weggeätzt,
- g) die freigelegte Kupferschrift (5) der Bond pads (12) wird nach einer Aktivierung durch eine Pd-Aktivatorlösung chemisch vernickelt und anschließend chemisch vergoldet,
- h) die Glasschrift (6) wird von den Löt pads (13) abgeätzt,
- i) die freigelegte Kupferschrift (5) der Löt pads (13) wird chemisch verzinkt,

wobei die Merkmale a), c), d), e), f), i) den Oberbegriff und die übrigen Merkmale den kennzeichnenden Teil bilden.

2. Verfahren zur Herstellung von Löt pads und Bond pads auf Dünnschicht hybrid schaltungen mit folgenden Merkmalen:

- a) auf ein mit einem Grundoxid (2) beschichtetes Substrat (1) werden eine Haftschrift (4) und eine Kupferschrift (5) durch Masken auf die zum Löt en und Bond en vorgesehenen Flächen aufgedampft,
- b) die zum Löt en vorgesehenen Flächen werden zusätzlich mit einer auf SiO_2 basierenden Glasschrift (6) bedampft,
- c) die gesamte Schaltung wird mit einer Al_2O_3 -Schicht (7) bedampft,
- d) die Schaltung wird an Luft getempert,
- e) die Schaltung wird mit Photolack (8) beschichtet, über den Löt pads (13) und Bond pads (12) belichtet und entwickelt,
- f) die Photolackschrift (8) wird gehärtet,
- g) die Al_2O_3 -Schicht (7) wird in den Padfenstern des Photolacks (8) weggeätzt,
- h) die freigelegte Kupferschrift (5) der Bond pads (12) wird nach einer Aktivierung durch eine Pd-Aktivatorlösung chemisch vernickelt und anschließend chemisch vergoldet,
- i) die Glasschrift (6) wird von den Löt pads (13) abgeätzt,
- j) die freigelegte Kupferschrift (5) der Löt pads (13) wird chemisch verzinkt,

wobei die Merkmale a), c), d), e), f), g), j) den Oberbegriff und die übrigen Merkmale den kennzeichnenden Teil bilden.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß NiCr als Haftschrift (4) Verwendung findet.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Cr als Haftschrift (4) Verwendung findet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift $0,02 \mu\text{m}$ stark ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupferschrift mindestens $0,5 \mu\text{m}$ stark ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nickelschrift (9) mindestens $1,0 \mu\text{m}$ stark ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Goldschrift (10) mindestens $0,1 \mu\text{m}$ stark ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zinnschrift (11) mindestens $0,01 \mu\text{m}$ stark ist.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Löt pads und Bond pads auf Dünnschicht hybrid schaltungen gemäß dem Oberbegriff der nebengeordneten Ansprüche 1 und 2.

Ein solches Verfahren zur Herstellung von Löt pads und Bond pads auf Dünnschicht hybrid schaltungen wird in der DE-OS 36 39 604 vorgeschlagen. Vorteilhaft können mit dem bekannten Verfahren komplexe Hybrid schaltungen in additiver Dünnschichttechnik produziert werden. Dabei kann die Hybrid schaltung neben dem aus lotverstärkten Leiterbahnen bestehenden Leistungsnetzwerk hoher Stromtragfähigkeit mit einem weiteren Leiterbahnnetzwerk geringer Stromtragfähigkeit inklusive Leiterbahnkreuzungen, Kondensatoren, und oxidpassivierten Widerständen versehen sein.

Aus H.J. Krokoszinski, H. Oetzmann, H. Gernoth und C. Schmidt, "Thin Solid Films", 135, 1986, p. 1 bis 8 in Verbindung mit H.J. Krokoszinski, H. Oetzmann, H. Gernoth und C. Schmidt, J. Vac. Sci. Technol. A3 (6), Nov./Dez. 1985, p. 2704 bis 2707 ist bekannt, daß durch Verwendung einer anorganisch/organischen Passivierungsdoppelschicht chemisch vernickelte und vergoldete Löt- und Bond pads auf Hybrid schaltkreisen in additiver Dünnschichttechnik hergestellt werden können.

Dabei ist von Nachteil, daß Nickel, das als Padschicht auf eine NiCr-Haftschrift aufgedampft wird, um die spätere chemische Vernickelung zu ermöglichen, schon bei geringen Schichtdicken zum "Abflittern" von den Masken neigt. Außerdem ist das Dampfphasenlöt en auf den chemisch abgeschiedenen Ni- und Au-Schichten problematisch hinsichtlich der Benetzung und Haftung des Lotes. Al-Drahtbonden (wedge-wedge) wiederum liefert ausgezeichnete Haftkräfte auf den Ni/Au-Schichten, wenn ihre Dicke nach der chemischen Verstärkung größer als $1,5 \mu\text{m}$ ist. Weiter ist bekannt, daß aufgedampfte NiCr/Cu-Flächen wesentlich bessere Löt eigenschaften besitzen, insbesondere dann, wenn die mit Hilfe der Passivierungsdoppelschicht freigelegte Kupferoberfläche abschließend chemisch verzinkt wird (siehe DE-OS 36 39 604). Allerdings sind diese Cu/Sn-Flächen wiederum schlecht oder gar nicht bondfähig.

Der Erfindung liegt davon ausgehend die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Löt pads und Bond pads auf Dünnschicht hybrid schaltungen der

eingangs genannten Art anzugeben, mit dem simultan sowohl die für die Lötung von oberflächenmontierten Bauteilen optimalen Cu/Sn-Lötpads als auch die für Al-Drahtbonden optimalen Ni/Au-Bondpads produzierbar sind.

Diese Aufgabe wird alternativ durch die im Anspruch 1 und 2 gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß für die beiden Montagearten Löten und Bonden die jeweils geeignete Padschichtfolge auf ein und demselben Substrat in einem Herstellprozeß realisiert wird, d. h. sowohl die gut bondbaren (jedoch schlecht lötbaren) Ni/Au-Flächen als auch die gut lötbaren (jedoch schlecht bondbaren) Cu/Sn-Flächen.

Man kann durch den vorgeschlagenen Prozeß das Aufdampfen von Nickel vermeiden, da dieses Material am stärksten zum "Abflittern" von den Masken neigt; darüber hinaus spart man dadurch einen zusätzlichen Platz in einer 4-Tiegel-Elektronenstrahlkanone (zumal diese für Al, Cu, Aufdampfgas und Al_2O_3 schon vergeben sind). Der zusätzliche Aufwand für diesen simultanen Prozeß ist klein. Es wird keine zusätzliche Maske für die Glasabdeckung der Pads benötigt, da man diese Struktur zusammen mit den ohnehin benötigten Glas-schichten (Isolationsschichten von Kreuzungen und Kondensatoren) aufdampfen kann. Es ist lediglich ein zusätzlicher Ätzschritt zum Entfernen der Glasabdeckung auf den Lötpads notwendig. Als chemische Verstärkungsbäder werden Ni + Au + Sn eingesetzt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand des in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigt

Fig. 1 bis 5 die einzelnen Schritte des Verfahrens zur simultanen Herstellung von Lötpads und Bondpads auf Dünnschichthybridschaltungen.

In den **Fig. 1 bis 5** sind die einzelnen Schritte des Verfahrens zur simultanen Herstellung von Lötpads und Bondpads auf Dünnschichthybridschaltungen dargestellt. Aus der **Fig. 1** ist zu erkennen, daß auf ein Substrat 1 (Keramik- oder Glassubstrat) ganzflächig eine Grundoxidschicht 2 aufgebracht ist. Dies erfolgt mittels Sputtern oder Aufdampfen (bekannt z. B. aus Hanke/Fabian, Technologie elektronischer Baugruppen, VEB-Verlag Technik, Berlin, 3. Auflage 1975/1982, Seite 76 bis 81). Als Material für die Grundoxidschicht 2 dient beispielsweise Al_2O_3 .

In additiver Dünnschichttechnik wird anschließend eine Aluminiumschicht 3 als Leiterbahnnetzwerk durch Masken aufgedampft. Dieses Leiterbahnnetzwerk mit einer Schichtdicke von ca. 1 μm weist eine geringe Stromtragfähigkeit auf und dient z. B. zur Verbindung von in additiver Dünnschichttechnik hergestellten Kondensatoren und oxidpassivierten Widerständen, wobei auch Leiterbahnkreuzungen realisierbar sind.

Danach erfolgt in einem weiteren Verfahrensschritt das Aufdampfen einer dünnen Haftschrift 4 (Cr oder NiCr, typisch 0,02 μm) sowie einer Cu-Schicht (typisch 0,5 μm) durch Masken auf alle Flächen, die zum Löten und Bonden sowie zur Bildung eines Leiterbahnnetzwerkes aus Cu mit hoher Stromtragfähigkeit vorgesehen sind. Die Haftschrift 4/Kupferschicht 5 ist dabei durch teilweise Überlappung an die Aluminiumschicht 3 angeschlossen.

Hieran schließt sich ein weiterer Aufdampfprozeß über Masken an, bei dem lediglich die zum Löten vorgesehenen Flächen zusätzlich mit einer auf SiO_2 basieren-

den Glasschicht 6 bedampft werden (Aufdampfglas-schicht). Die gesamte Schaltung einschließlich aller Löt- und Bondflächen wird darauf im selben Vakuum mit einer Al_2O_3 -Schicht 7 (Oxidschicht) bedampft und somit gegen Oxidation und Korrosion geschützt (Passivierung).

Nachfolgend wird die Schaltung an Luft bei beliebiger Temperatur bis maximal 500°C getempert. Wegen der aufgetragenen Al_2O_3 -Schicht 7 können das darunterliegende Leiterbahnnetzwerk sowie die Lötpads und Bondpads bei hohen Temperaturen getempert werden, um die Haftung zu verbessern, ohne Oxidation oder Korrosion der Kupferschicht 5 zu riskieren. Im Anschluß daran wird eine Photolackschicht 8 auf die Schaltung aufgebracht, (Lackpassivierung). Die Photolackschicht 8 wird mittels Photomaske simultan über den Bondpads und Lötpads belichtet und mittels einer darauffolgenden Entwicklung photolithographisch freigelegt. Es werden also in der Photolackschicht 8 an denjenigen Stellen Öffnungen erzeugt, an denen die darunterliegende Al_2O_3 -Schicht 7 in einem späteren Verfahrensschritt entfernt werden soll.

Nach der Entwicklung ergibt sich die in **Fig. 2** gezeigte Schaltungsstruktur, bei der die Photolackschicht 8 mit Öffnungen zur Bildung von Bond- und Lötpads versehen ist.

Darauf wird die Photolackschicht 8 bei Temperaturen um 220°C gehärtet. Anschließend werden die Kupferschicht 5 am Ort der Bondpads und die Glasschicht 6 am Ort der Lötpads 9 durch Ätzung der Al_2O_3 -Schicht 7 freigelegt (Oxidätzung), so daß sich die in **Fig. 3** dargestellte Schaltungsstruktur ergibt. Die anorganische Schutzschicht, d. h. die Al_2O_3 -Schicht 7 mit darüberliegender gehärteter Photolackschicht 8 dient als Passivierungsschicht, wobei die Kontaktflächen jeweils freigelegt sind. Durch die Passivierschichtfolge ist ein Schutz der Schaltung vor Oxidation, Korrosion, Wasserdampfdiffusion, mechanischer Beschädigung und chemischen Bädern gewährleistet.

Danach wird die freigelegte Kupferschicht 5 der Bondpads nach einer Aktivierung durch eine Pd-Aktivatorlösung chemisch vernickelt (Stärke der Ni-Schicht 9 mindestens 1,0 μm) und abschließend chemisch vergoldet (Stärke der Au-Schicht 10 mindestens 0,1 μm), wie in **Fig. 4** dargestellt, ohne daß die Lötpads unter der Glasschicht 6 davon betroffen sind.

Im Anschluß an die Vergoldung wird die Glasschicht 6 von den Lötpads abgeätzt, ohne daß die Bondpads angegriffen werden, da diese durch die Goldschicht 10 geschützt sind. Nachfolgend wird die freigelegte Kupferschicht 5 am Ort der Lötpads chemisch verzinkt (Stärke der Zinnschicht 11 ungefähr 0,01 μm), ohne daß die Bondpads wegen ihrer Goldabdeckungen davon betroffen sind. Es ergibt sich die in **Fig. 5** gezeigte Schaltungsstruktur mit den fertiggestellten Bondpads 12 und Lötpads 13.

Bei einer Variante des beschriebenen Verfahrens zur Herstellung Lötpads und Bondpads wird eine fotosensitive Polyimidlackschicht anstelle einer Photolackschicht 8 verwendet. Bei dieser Variante wird die fotosensitive Polyimidlackschicht direkt nach dem Aufdampfen der Al_2O_3 -Schicht 7 aufgebracht. Nach Belichtung und Entwicklung der Polyimidlackschicht folgt der Temperprozeß bei Temperaturen bis maximal 500°C, d. h. gleichzeitig mit der Temperung der Kupferschicht 5 wird auch die Polyimidlackschicht gehärtet. Es entfällt demnach vorteilhaft der bei Verwendung einer Photolackschicht notwendige eigene Härtingsprozeß bei 220°C. Die sich

anschließende Ätzung der Al_2O_3 -Schicht 7 sowie der weitere Verfahrensablauf erfolgen wie vorstehend beschrieben.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

3704547

Nummer:

37 04 547

Int. Cl. 4:

H 05 K 3/18

Anmeldetag:

13. Februar 1987

Offenlegungstag:

25. August 1988

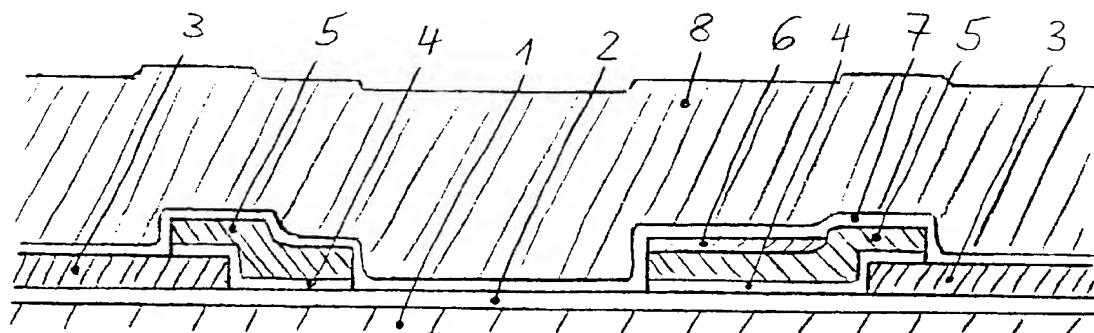


Fig. 1

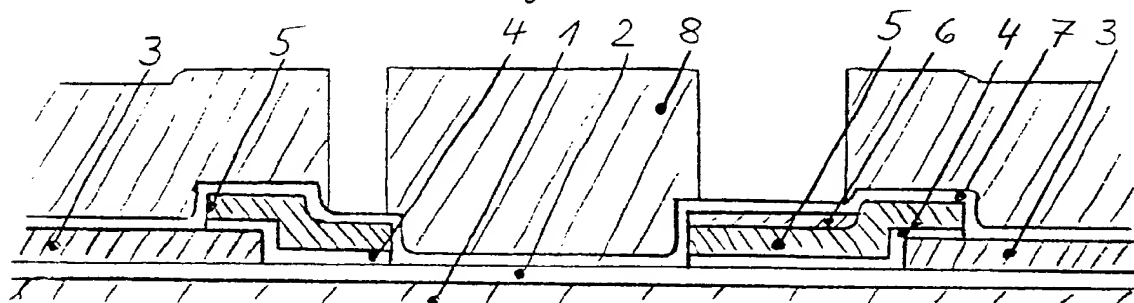


Fig. 2

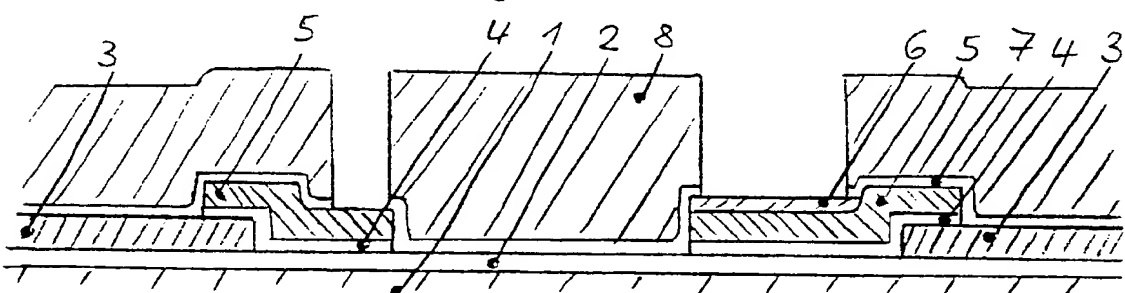


Fig. 3

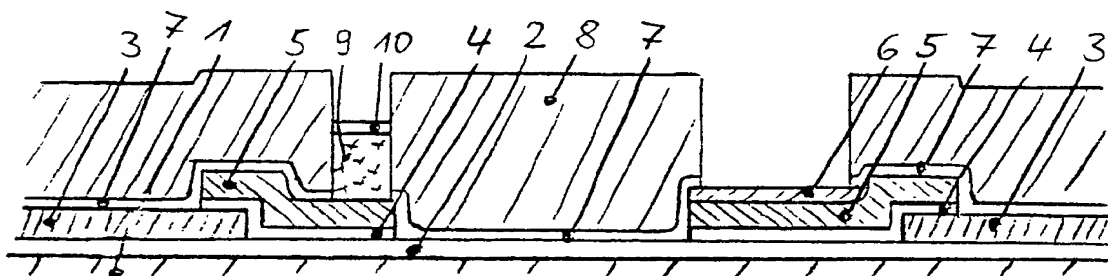


Fig. 4

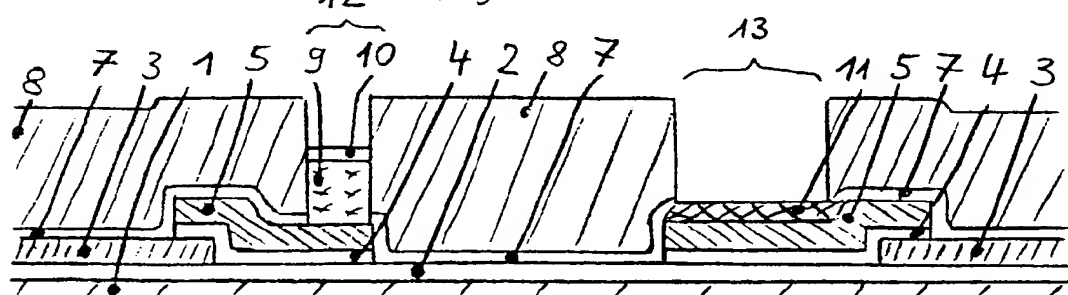


Fig. 5

3704547

Nummer:
Int. Cl.⁴
Anmeldetag:
Offenlegungstag

37 04 547
H 05 K 3/18
13. Februar 1987
25. August 1988

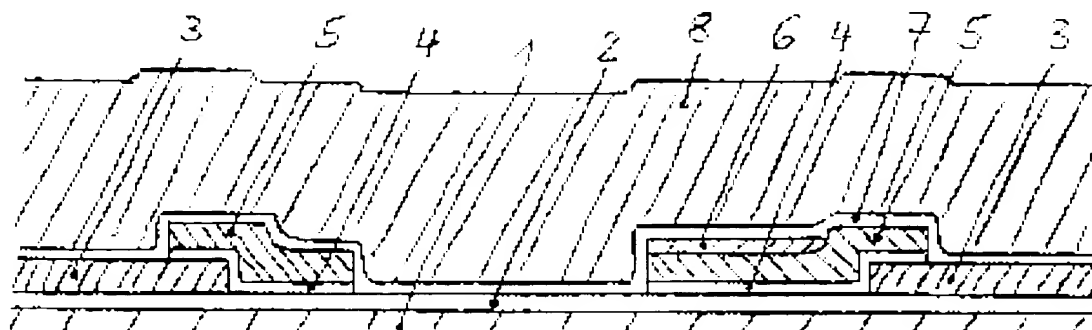


Fig. 1

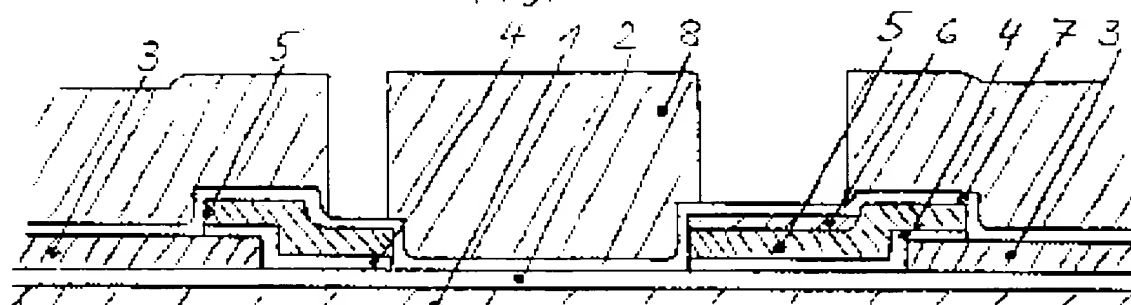


Fig. 2

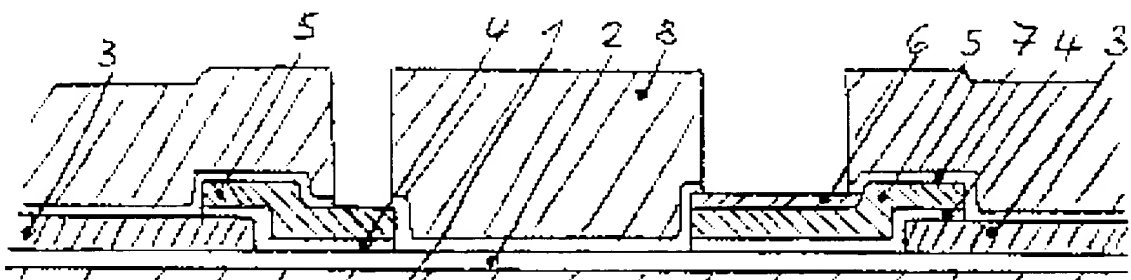


Fig. 3

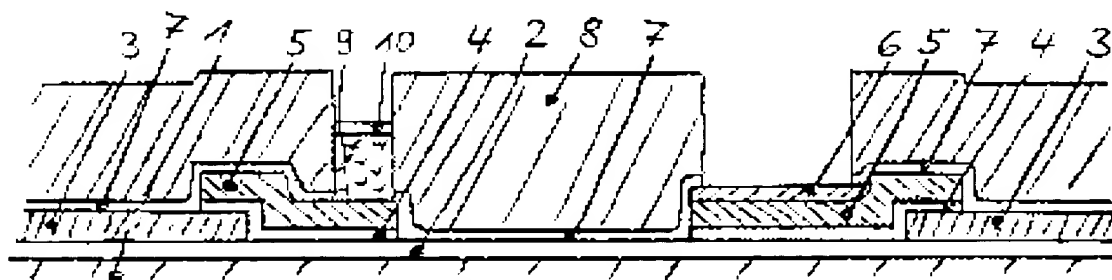


Fig. 4

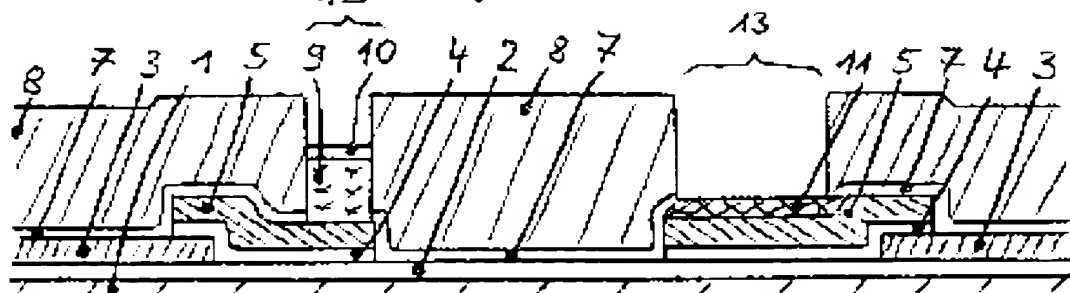


Fig. 5

